植 物 分 类 学 报　44 (2): 204–210(2006)　doi:10.1360/aps040131
Acta Phytotaxonomica Sinica　http://www.plantsystematics.com

直立介蕨是假蹄盖蕨属的成员

[1]王玛丽[*]　[1,2]徐 皓　[1]郑 玲
[1](西北大学生命科学学院和西部资源生物与现代生物技术教育部重点实验室　西安 710069)
[2](陕西理工学院生物系　陕西汉中 723000)

Dryoathyrium erectum is a member of the genus *Athyriopsis*

[1]WANG Ma-Li[*]　[1,2]XU Hao　[1]ZHENG Ling
[1](*College of Life Sciences, and Key Laboratory of Resource Biology and Biotechnology in Western China, Ministry of Education, Northwest University*, Xi'an 710069, China)
[2](*Department of Biology, Shaanxi College of Technology*, Hanzhong, Shaanxi 723000, China)

Abstract　In order to determine the taxonomic relationship of *Dryoathyrium erectum* (Z. R. Wang) W. M. Chu & Z. R. Wang, characters of the fronds, hairiness, sori and spores in *Dryoathyrium* and *Athyriopsis* were comparatively investigated. The results have shown that *D. erectum* has unconspicuous grooves on the frondal rachis and costa, uniseriate articulate hairs on the plant and diplazioid sori. All these characters are present in the genus *Athyriopsis* but not in the genus *Dryoathyrium.* The spore morphology of *D. erectum* is more similar to that in *Athyriopsis* than in *Dryoathyrium.* Evidence from the chloroplast *trn*L-F sequences data also supports the inclusion of *D. erectum* in *Athyriopsis.* Therefore, *D. erectum* should be a member of *Athyriopsis,* and *A. erectum* Z. R. Wang is the correct name of this species.

Key words　*Dryoathyrium*, *Dryoathyrium erectum*, *Athyriopsis*, *Athyriopsis erectum*, spore morphology, taxonomy.

摘要　对直立介蕨*Dryoathyrium erectum* (Z. R. Wang) W. M. Chu & Z. R. Wang与介蕨属*Dryoathyrium*、假蹄盖蕨属*Athyriopsis*的叶、毛、孢子囊群和孢子的形态进行了比较研究。直立介蕨叶轴和羽轴上的沟槽不明显、具有单列细胞的节状毛、孢子囊群有双生一脉，以及孢子的形态等特征与假蹄盖蕨属植物相似。结合叶绿体DNA *trn*L-F区序列分析结果，所有形态及分子资料均表明该种植物应属于假蹄盖蕨属，应恢复其原名直立假蹄盖蕨*Athyriopsis erectum* Z. R. Wang。

关键词　介蕨属；直立介蕨；假蹄盖蕨属；直立假蹄盖蕨；孢子形态；分类学

直立假蹄盖蕨*Athyriopsis erectum* Z. R. Wang是王中仁1982年发表的新种，模式标本采自四川峨眉山。但朱维明和王中仁(1999)在编写《中国植物志》第3卷第2分册时，认为该种是介蕨属*Dryoathyrium* Ching的成员，做出直立介蕨*Dryoathyrium erectum* (Z. R. Wang) W. M. Chu & Z. R. Wang的组合。作者在撰写博士论文“蹄盖蕨科系统分类学研究”的过程中，对该种植物的孢子进行了扫描电镜观察，发现其孢子形态在介蕨属中最为特殊(王玛丽等, 2002)；同时采用叶绿体DNA *trn*L-F区序列分析的方法对该种植物及蹄盖蕨科部分属进行了研究，发现该种在系统树中不与介蕨属成员组成一支，而是与假蹄盖蕨

2004-11-03 收稿, 2005-07-04 收修改稿。
基金项目：陕西省教育厅专项科研基金(03JK191)(Supported by the Natural Science Foundation of the Education Department of Shaanxi Province, Grant No. 03JK191)。

[*] 通讯作者(Author for correspondence. Tel.: 029-88373261; Fax: 029-88303572; E-mail: mali_wang2000@sina.com)。

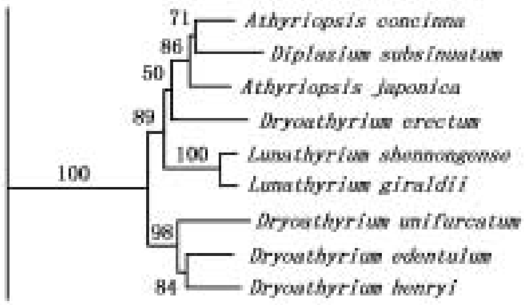


图1　用邻接法得到的叶绿体DNA *trn*L-F系统树(分支上面的数字代表1000次重复抽样检测的自展百分比)(王玛丽等, 2003)
Fig. 1.　Tree obtained using the neighbor-joining method from the chloroplast *trn*L-F sequence data.　Bootstrap values are indicated for the branches occurring in more than 50% of 1000 bootstrap replicates (Wang et al., 2003).

属*Athyriopsis* Ching成员组成一支(王玛丽等, 2003)(图1)。因此, 我们将该种植物与介蕨属其他种和假蹄盖蕨属的植物作了进一步的形态学比较研究, 以确定其归属。

1　直立介蕨与介蕨属其他种和假蹄盖蕨属植物的形态学比较

1.1　叶形态的比较

直立介蕨与介蕨属其他种和假蹄盖蕨属植物叶形态的比较详见表1。

1.2　毛形态的比较

介蕨属植物体上常被有多列细胞构成的蠕虫状粗毛, 而假蹄盖蕨属植物体上常被有单列细胞构成的节状毛, 直立介蕨的植物体上的毛为单列细胞构成的节状毛(图2: A)。

1.3　孢子囊群形态的比较

介蕨属植物的孢子囊群形状多样, 有圆肾形、矩圆形、马蹄形及弯钩状等, 以孢子囊群圆形为主, 一般没有孢子囊群双生一脉的现象; 而假蹄盖蕨属植物孢子囊群形状多为新月形、短线形、矩圆形及弯钩状, 在基部上侧的孢子囊群常双生一脉, 直立介蕨的孢子囊群形状为矩圆形和弯钩状, 在羽片上侧具双生现象(图2: B)。

1.4　孢子形态的比较

采用光学显微镜和扫描电子显微镜对我国假蹄盖蕨属11种和1变种及直立介蕨的孢子进行了观察。电镜材料的制备是将干燥的孢子直接撒在双面胶带上, 喷金后在扫描电镜下观察照相。在光学显微镜下无任何处理直接测量孢子大小, 其结果为20粒孢子测量值的平均值。

表1　介蕨属、假蹄盖蕨属及直立介蕨叶形态比较
Table 1　Comparison of leaf morphology in *Dryoathyrium, Athyriopsis* and *D. erectum*

叶形态 Leaf morphology	介蕨属 *Dryoathyrium*	假蹄盖蕨属 *Athyriopsis*	直立介蕨 *D. erectum*
叶柄长度占叶片的比例 Petiole length/Lamina length	一半或不及一半 half or less than half	一半或超过一半 half or more than half	超过一半 more than half
叶轴和羽轴的沟槽 Groove on the rachis and costa	明显 conspicuous	不明显 not conspicuous	不明显 not conspicuous

孢子的凭证标本保存于西北大学植物标本馆(WNU)和中国科学院植物研究所标本馆(PE)(表2)。

表2　材料来源及国产假蹄盖蕨属11种、1变种和直立介蕨的孢子形态

Table 2 Origin of materials, and spore morphology in 11 species and one variety of *Athyriopsis*, and in *Dryoathyrium erectum* from China

分类群 Taxon	孢子大小 Size of spore (μm)	周壁表面纹饰 Surface ornamentation of perine of spore	采集地 Provenance	凭证标本 Voucher	图 Figure
直立介蕨 *Dryoathyrium erectum* (Z. R. Wang) W. M. Chu & Z. R. Wang	34.5×42.2	长刺状突起 long spinose	重庆金佛山 Mt. Jinfoshan, Chongqing	王玛丽 (M. L. Wang) 730 (WNU)	3
美丽假蹄盖蕨 *Athyriopsis concinna* Z. R. Wang	42.2×50.0	棒状、不规则裂片状及瘤状突起 baculate, irregularly lobate and tuberculate	重庆金佛山 Mt. Jinfoshan, Chongqing	王玛丽 (M. L. Wang) 730 (WNU)	4
钝羽假蹄盖蕨 *A. conilii* (Franch. & Sav.) Ching	35.0×42.2	棒状、瘤状及条脊状突起 baculate, tuberculate and lophate	浙江天目山 Mt. Tianmushan, Zhejiang	谢寅堂 (Y. T. Xie) 7389 (WNU)	5
斜升假蹄盖蕨 *A. dickasonii* (M. Kato) W. M. Chu	33.3×39.2	棒状、裂片状及条脊状突起 baculate, lobate and lophate	湖南桑植 Sangzhi, Hunan	吴世福 (S. F. Wu) 781 (PE)	6
二型假蹄盖蕨 *A dimorphophylla* (Koidz.) Ching ex W. M. Chu	39.1×49.9	棒状突起 baculate	日本, 具体地点不详 Without precise locality, Japan	S. Kurata 349 (PE)	7, 8
金佛山假蹄盖蕨 *A. jinfoshanensis* Ching & Z. Y. Liu	35.8×46.7	棒状、裂片状突起 baculate and lobate	重庆金佛山 Mt. Jinfoshan, Chongqing	刘振宇 (Z. Y. Liu) 4402 (PE)	9
假蹄盖蕨 *A. japonica* (Thunb.) Ching	41.1×52.2	棒状及条脊状突起 baculate and lophate	甘肃康县 Kang Xian, Gansu	徐养鹏 (Y. P. Xu) 1003 (WNU)	10
斜羽假蹄盖蕨(变种) *A. japonica* var. *oshimensis* (Christ) Ching	42.2×45.6	棒状及条脊状突起 baculate and lophate	浙江天目山 Mt. Tianmushan, Zhejiang	谢寅堂 (Y. T. Xie) 7375 (WNU)	11
中日假蹄盖蕨 *A. kiusiana* (Koidz.) Ching	43.0×48.8	棒状、裂片状突起 baculate and lobate	日本,具体地点不详 Without precise locality, Japan	M. Kido 5318 (PE)	12
昆明假蹄盖蕨 *A. longipes* Ching	40.1×50.1	棒状及条脊状突起 baculate and lophate	云南昆明 Kunming, Yunnan	刘慎谔 (T. N. Liou) 14278 (PE)	13
蛾眉假蹄盖蕨 *A. omeiensis* Z. R. Wang	40.0×47.5	棒状及条脊状突起 baculate and lophate	四川峨眉山 Mt. Emeishan, Sichuan	王中仁 (Z. R. Wang) 905 (PE)	14
阔羽假蹄盖蕨 *A. pachyphylla* Ching	28.6×37.2	裂片状突起 lobate	湖北武当山 Mt. Wudangshan, Hubei	谢寅堂 (Y. T.Xie) 1488 (PE)	15, 16
毛轴假蹄盖蕨 *A. petersenii* (Kunze) Ching	36.1×48.6	棒状突起 baculate	浙江天目山 Mt. Tianmushan, Zhejiang	贺贤育 (X. Y. He) 24620 (PE)	17

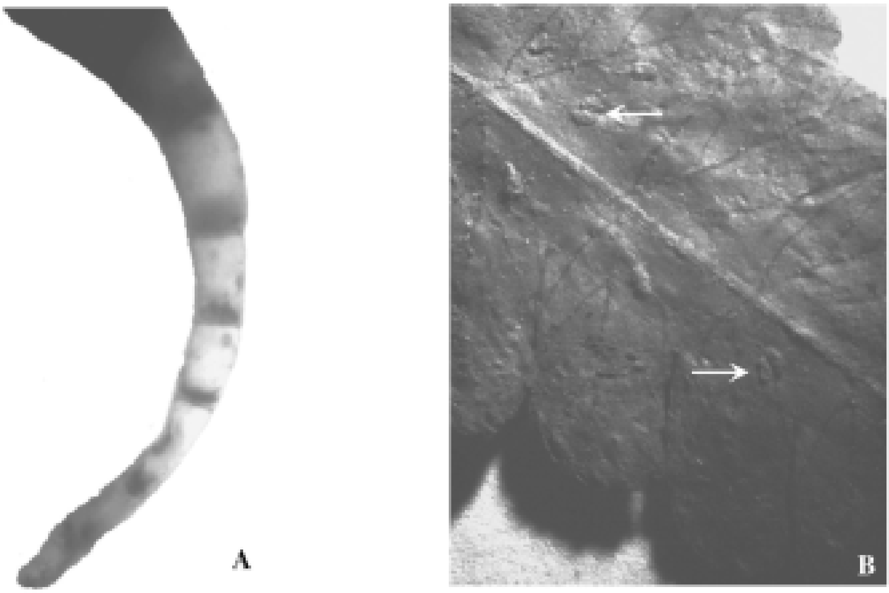


图**2** 直立假蹄盖蕨 **A.** 叶轴上的节状毛(王玛丽730)。**B.** 部分羽片，箭头示双生孢子囊群(王玛丽730)。
Fig. 2. *Athyriopsis erectum* Z. R. Wang. **A,** An articulate hair on the rachis (Photographed from *M. L. Wang 730*). **B,** Part of the pinna. The arrows indicate diplazioid sori (Photographed from *M. L. Wang 730*).
A, ×200; B, ×3.5

假蹄盖蕨属孢子为两侧对称, 极面观为椭圆形, 赤道面观为半圆形或肾形。极轴长25.0–46.2 μm, 赤道轴长32.2–55.0 μm, 单裂缝, 其长度为孢子全长的1/3–2/3或几达赤道线。外壁表面光滑, 周壁呈囊状, 包在孢子外面, 常隆起形成各种褶皱, 有棒状、刺状、瘤状或裂片状突起, 以瘤状、棒状或刺状突起为主, 这种类型纹饰在国产15种假蹄盖蕨属植物中有12种(表2), 孢子形态的描述详见表2。

介蕨属植物孢子周壁褶皱隆起常形成3种纹饰类型(王玛丽等, 2002), 其中周壁以网状或拟网状脊状纹饰、裂片状、弯裂片状或瘤状突起为主, 这些类型的周壁纹饰在国产14种介蕨属植物中有11种(王玛丽等, 2002)。

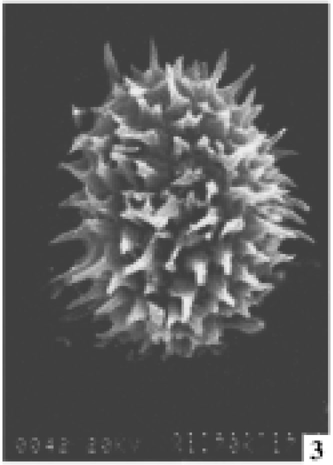
假蹄盖蕨属和介蕨属的孢子形态的差异明显地表现为：介蕨属的孢子周壁纹饰突起较低, 而假蹄盖蕨属的突起较高, 如阔羽假蹄盖蕨。直立介蕨孢子周壁的纹饰突起非常高, 与假蹄盖蕨属的孢子形态接近。

2 结论

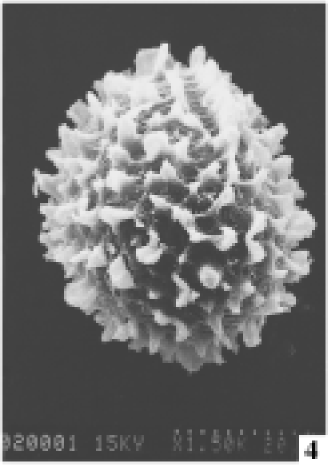
根据以上结果, 我们认为“直立介蕨”实际上应是假蹄盖蕨属的成员，不是介蕨属的成员，不能将其转移到介蕨属中，其原名“直立假蹄盖蕨”应予以恢复。

直立假蹄盖蕨

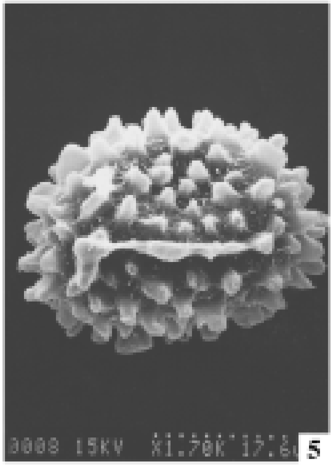
Athyriopsis erectum in Acta Phytotax. Sin. 20: 237. 1982; S. F. Wu in Journ. Wuhan Bot. Res. 12: 329. 1994; et in W. T. Wang, Keys Vasc. Pl. Wuling Mt. 32. 1995.



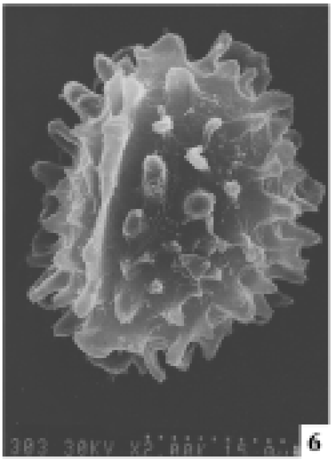
3



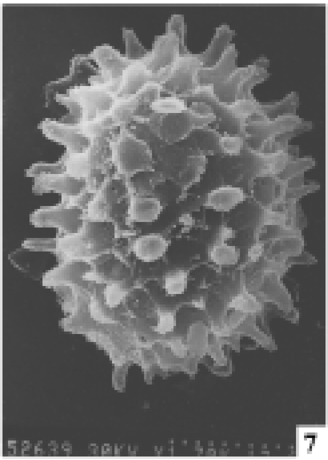
4



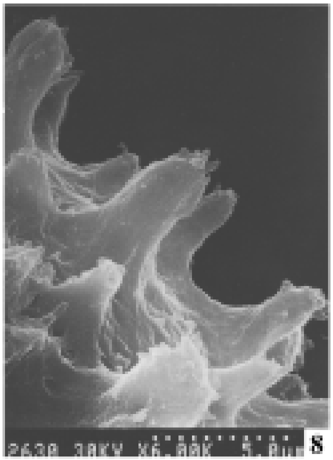
5



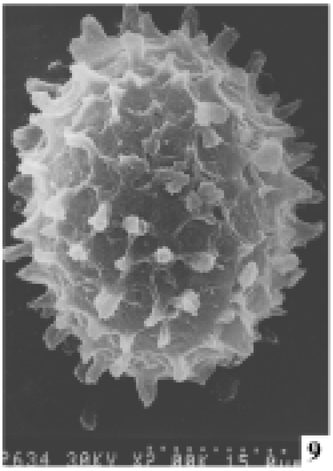
6



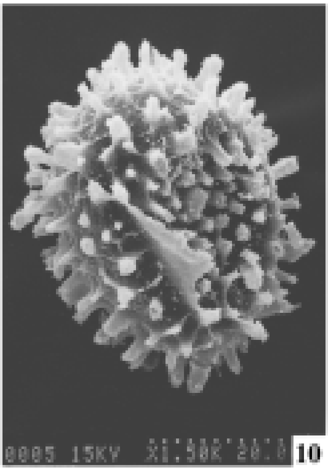
7



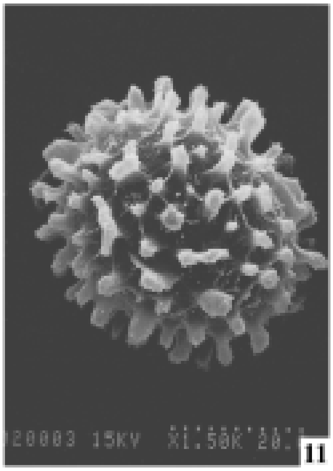
8



9



10



11

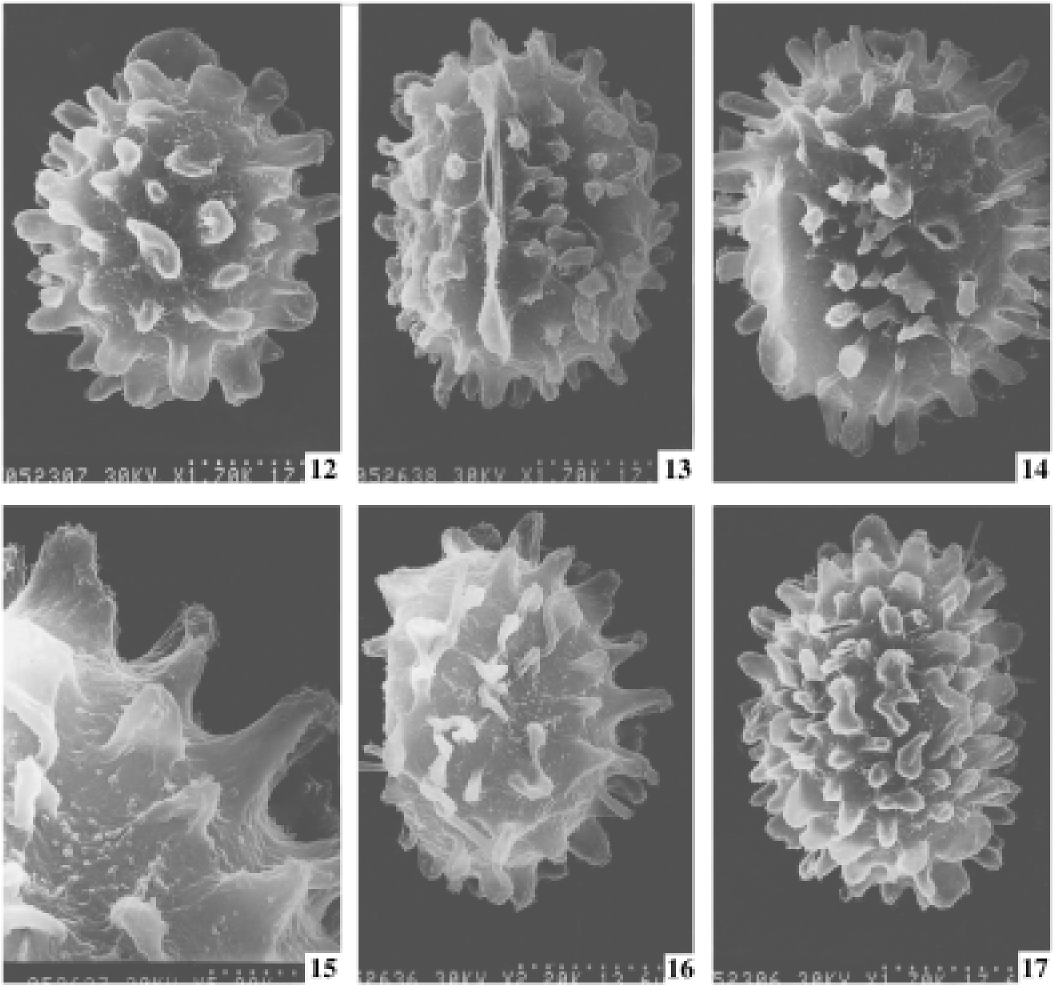


图12–17　5种假蹄盖蕨的孢子扫描电镜照片　**12.** 中日假蹄盖蕨。**13.** 昆明假蹄盖蕨。**14.** 蛾眉假蹄盖蕨。**15, 16.** 阔羽假蹄盖蕨。**17.** 毛轴假蹄盖蕨。

Figs. 12–17. SEM photographs of spores in five species of *Athyriopsis*. **12.** *A. kiusiana*. **13.** *A. longipes*. **14.** *A. omeiensis*. **15, 16.** *A. pachyphylla*. **17.** *A. petersenii*.
12, 13, 17, ×1700; 14, ×2000; 15, ×5000; 16, ×2200.

←

图3–11　7种假蹄盖蕨和1种介蕨的孢子扫描电镜照片　**3.** 直立介蕨。**4.** 美丽假蹄盖蕨。**5.** 钝羽假蹄盖蕨。**6.** 斜生假蹄盖蕨。**7, 8.** 二型假蹄盖蕨。**9.** 金佛山假蹄盖蕨。**10.** 假蹄盖蕨。**11.** 斜羽假蹄盖蕨。

Figs. 3–11. SEM photographs of spores in seven species of *Athyriopsis* and one in *Dryoathyrium*. **3.** *Dryoathyrium erectum*. **4.** *Athyriopsis concinna*. **5.** *A. conilii*. **6.** *A. dickasonii*. **7, 8.** *A. dimorphophylla*. **9.** *A. jinfoshanensis*. **10.** *A. japonica*. **11.** *A. japonica* var. *oshimensis*.
3, 5, 7, ×1700; 4, ×1500; 6, ×2000; 8, ×6000; 9, ×2000; 10, 11, ×1500.

——*Dryoathyrium erectum* (Z. R. Wang) W. M. Chu & Z. R. Wang in Fl. Reip. Pop. Sin. 3: 288. 1999. Type: China. Sichuan (四川): Mt. Emeishan (峨眉山), alt. 2050 m, 1979-09-15, *Z. R. Wang* (王中仁) C64 (holotype, PE).

致谢　本文承蒙西北大学谢寅堂教授审阅，在此谨表谢意。

参考文献

Chu W-M (朱维明), Wang Z-R (王中仁), Shieh Y-T (谢寅堂), He Z-R (和兆荣). 1999. Athyriaceae. In: Flora Reipublicae Popularis Sinicae (中国植物志). Beijing: Science Press. 3 (2): 31–504.

Wang Z-R (王中仁). 1982. Four new species of Athyriaceae from Emei Shan, Sichuan. Acta Phytotaxonomica Sinica (植物分类学报) 20: 236–240.

Wang M-L (王玛丽), Lu S-G (陆树刚), Zhao G-F (赵桂仿). 2002. Spore morphology of *Dryoathyrium* Ching from China. Acta Phytotaxonomica Sinica (植物分类学报) 40: 414–420.

Wang M-L (王玛丽), Chen Z-D (陈之端), Zhang X-C (张宪春), Lu S-G (陆树刚), Zhao G-F (赵桂仿). 2003. Phylogeny of the Athyriaceae: evidence from chloroplast *trn*L-F region sequences. Acta Phytotaxonomica Sinica (植物分类学报) 41: 416–426.